

## INNOVACIONES EN LA PLANIFICACIÓN DE ÁLGEBRA Y GEOMETRÍA ANALÍTICA.

Marta Susana Kaczan

### Introducción

Los Estudios Básicos en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional, conforman el inicio de la carrera y están constituidos principalmente por matemática, física, química y cultura- idioma- ingeniería- sociedad; como es en buena parte de las instituciones que ofrecen estudios tecnológicos.

Además de los conocimientos correspondientes específicamente a las materias profesionales, existen bloques de conocimiento cuyo contenido científico y cultural puede considerarse básico en la formación del ingeniero que aportan, por una parte, una representación racional del mundo físico existente, y por otra, los conocimientos y la formación necesaria para producir modificaciones positivas en dicha realidad. La ciencia de hoy es un organismo cambiante, cuya dinámica se considera en forma permanente, y se debe estar en capacidad de aportar contribuciones.

Este hecho esencial en la vida universitaria, no es, ni puede ser, ajeno al quehacer de ningún sector del cuerpo docente; de allí que el Ciclo Básico, si bien marcha en forma coordinada en el Ciclo Profesional, no está subordinado a él a manera de simple suministrador de una lista de conocimientos. En este orden de ideas, el Ciclo Básico no solo suministra al alumno un conjunto de información (en forma de elementos de conocimiento), sino una formación intelectual que estimule su capacidad creativa. Lo entrena en los procesos de obtener conclusiones lógicas apoyadas en hipótesis (Deducción.)

Enseña, además, a abstraer las características esenciales de un hecho real con el objeto de obtener, por ejemplo un modelo Matemático del mismo. Se trata, además, de influenciar al alumno en el sentido que la técnica debe estar al servicio de valores fundamentales del hombre en lo que respecta a su contexto y su relación con la naturaleza.

## **Fundamentación**

Una de las tendencias generales más difundidas hoy consiste en hacer hincapié en la transmisión de los procesos de pensamiento propios de la matemática, más que en la mera transferencia de contenidos.

La matemática es, sobre todo, saber hacer, es una ciencia en la que el método predomina fuertemente sobre el contenido, por eso se concede una gran importancia al estudio de las cuestiones, en buena parte colindantes con la psicología cognitiva, que se refieren a los procesos mentales de resolución de problemas.

Por otra parte, en la actualidad, los docentes sabemos de la rapidez con que se está haciendo necesario traspasar la prioridad de la enseñanza de unos contenidos a otros. En la transformación vertiginosa de la sociedad, es claro que los procesos verdaderamente eficaces de pensamiento, son los que no se vuelven obsoletos, es lo más valioso que podemos proporcionar a nuestros jóvenes.

En nuestro mundo científico e intelectual tan rápidamente mutante vale mucho más hacer acopio de procesos de pensamientos útiles, que de contenidos que rápidamente se convierten en « ideas inertes», que no suelen combinarse con otras para formar constelaciones dinámicas, capaces de abordar los problemas del presente.

Existe en la actualidad una fuerte corriente en educación matemática que sostiene con fuerza la necesidad que el conocimiento de esta ciencia no se realice explorando las construcciones matemáticas en sí mismas, sino en un continuo contacto con las situaciones del mundo real que dan motivación y vitalidad al aprendizaje, donde la creación se realiza espontáneamente en el intento por dominar aspectos matematizables de la realidad.

La preparación para este tipo de enseñanza, mediante la resolución de problemas, requiere un fuerte compromiso personal, por parte del docente ya que tiene que desplegar una serie de recursos para despertar en el estudiante una actitud reflexiva y no una mera repetición de conocimientos.

Las distintas Cátedras de Matemática, consideran que la forma más eficiente de desarrollar esta tarea es mediante la formación de pequeños

grupos de trabajo. El trabajo en grupo en ésta área, tiene una serie de ventajas importantes:

Proporciona la posibilidad de un gran enriquecimiento, al permitirnos percibir las distintas formas de afrontar una misma situación - problema.

Se puede aplicar el método desde diferentes perspectivas, unas veces en el papel de moderador del grupo, otras en el de observador de su dinámica.

El grupo proporciona apoyo y estímulo en una labor que de otra manera puede resultar dura, por su complejidad y por la constancia que requiere.

El trabajo en grupo proporciona la posibilidad de prepararse mejor para ayudar en una labor semejante con mayor conocimiento de los resortes que funcionan en diferentes circunstancias y personas.

En todo el proceso el eje principal es, la propia actividad, sugerida por el profesor, colocando al alumnos en situación de participar, sin aniquilar el placer de ir descubriendo por sí mismo lo que los grandes matemáticos han logrado con tanto esfuerzo.

En esta dirección se encauzan los esfuerzos, de esta cátedra, transmitiendo estrategias heurísticas adecuadas para a una resolución autónoma de verdaderos problemas.

Las ventajas del procedimiento bien llevado son claras: actividad contra pasividad, motivación contra aburrimiento, adquisición de procesos válidos contra rígidas rutinas. Pero a su vez el método presenta algunas dificultades que no parecen aun satisfactoriamente resueltas; se trata de armonizar adecuadamente las dos componentes que lo integran, la componente heurística, es decir, la atención a los procesos de pensamiento, y los contenidos específicos del pensamiento matemático, y esta dualidad no siempre es posible llevarla a cabo, en un curso, por diferentes situaciones, por ejemplo, grupos muy heterogéneos, deserción de alumnos que dispersan dichos grupos, tiempo que apremian a los docentes para cumplir con la planificación y que a veces para compensar el atraso, en el cronograma se recurre a enseñanzas expositivas con fuertes contenidos teóricos.

También hay que tener en cuenta el impacto que las nuevas tecnologías han generado, el dictado de la asignatura pone como una de las prioridades el debate que ese impacto suscita en las prácticas de la enseñanza. Es indiscutible el aporte de la informática en la educación, no se puede negar la importancia que las NTIyC (Nuevas Tecnologías de Informática y Comunicación) producen sobre todo en ciencias como Matemática, agilizando cálculos, perfeccionando las representaciones gráficas y acortando tiempo en la resolución de tediosas cuentas, pero si, se niega el efecto transformador del proceso educativo, en lo cualitativo, que se le ha pretendido otorgar.

Las computadoras son aliadas de la Matemática, es uno de los medios que utiliza la ciencia, para lograr sus propios fines.

Estos medios nuevos tienen desde su concepción un papel relevante para el cálculo, habiendo permitido, descargar material implícito en la ejecución de algoritmos, y permitir por su velocidad en brindar resultados, analizar críticamente distintos conjuntos de soluciones orientadas a la búsqueda del óptimo, utilizando para ello medios de comunicación cada vez más cercanos a los lenguajes formales de cada disciplina, contribuyendo además a una efectiva integración multidisciplinaria por su capacidad para recuperar e intercambiar información. El software Matemática es el que mejor se adecua a las necesidades de apoyatura para el desarrollo de la asignatura Álgebra y Geometría Analítica.

En el aprendizaje de la Ingeniería, se puede afirmar que:

- a) La educación matemática es fundamental para la formación de los ingenieros, no como fin en sí mismo, sino como herramienta científica para su trabajo profesional.
- b) Los ingenieros son parte de los artífices de la planificación curricular de las Ingenierías, incluso en Matemática; los docentes de esta disciplina prestan un servicio a las Facultades de Ingeniería, tanto más útil cuanto mejor relacione en su trabajo áulico la Matemática con la Ingeniería.
- c) Los alumnos son los protagonistas del proceso educativo matemático y de todas las materias, constituyen, por ende, el principal punto de mira para observar la realidad de las aulas o para analizar la labor docente, con el fin de mejorar una y otra.

Como conclusión final, sobre la necesidad de aprender Matemática en las carreras de Ingeniería, lo direccionamos en tres ejes:

**Epistemológico:** para profundizar la teoría del conocimiento y su génesis, la filosofía de la ciencia, la interdisciplinariedad y la relación de la Matemática con otras ciencias, y fundamentalmente con la Ingeniería.

**Tecnológico:** para describir con precisión el papel que desempeña la Matemática en la formación de los ingenieros y en el ejercicio de su profesión; para desarrollar la teoría de los modelos matemáticos de la realidad; y para transferir al proceso de aprendizaje de la Matemática los avances de las Ciencias, de la Informática y de la Tecnología.

**Metodológico:** que apunta hacia la figura del aula - taller, privilegiando en la educación matemática los aspectos de creatividad, originalidad, trabajo grupal e interdisciplinariedad.

### **Contextualización de la planificación**

Vinculamos las condiciones sociales de la población con las posibilidades de acceso, permanencia y egreso del nivel educativo. La FRA pertenece a una Universidad Nacional ubicada en el 1° cordón urbano de la Prov. de Bs. As. con un perfil socioeconómico de alumnos ubicados en capas medias y medias bajas de la población (según tasas indec y censo de población 1991). A este grupo está dirigido esta planificación, atendiendo a las dificultades de articulación entre el nivel medio y el universitario, y las problemáticas de enseñanza-aprendizaje.

Los conocimientos previos de los alumnos incluyen algunos conceptos y diseños de expresiones algebraicas, escasa agilidad en las operatorias y relativo manejo de las representaciones en el espacio y de soporte informático.

### **Objetivos generales**

Que el alumno:

Comprenda conceptos enseñados en la cátedra.

Adquiera habilidades en el planteo de los problemas matemáticos.

Seleccione distintos conceptos y propiedades necesarias para la resolución de problemas concretos.

Active su propia capacidad para desarrollar estrategias o ensayos diversos para la solución de los problemas ingenieriles.

Ejercite su creatividad.

Juzgue la validez de las conclusiones obtenidas.

Estime y evalúe la razonabilidad de los resultados obtenidos en los cálculos.

Realice pasajes entre el lenguaje coloquial y el matemático, a fin de expresar un problema en forma simbólica.

Reflexione sobre su propio proceso de pensamiento.

Desarrolle estrategias de aprendizaje autónomo y cooperativo.

Monitoree sus propios procesos de aprendizaje.

Proponga maneras de justificar sus decisiones, argumentaciones e hipótesis.

Utilice el vocabulario y la notación adecuados en la comunicación de procedimientos y resultados.

Transfiera conocimientos adquiridos a otras áreas de la carrera.

Se prepare para los nuevos retos de la tecnología y de las ciencias.

### **Específicos**

Que el alumno:

Conozca las diversas herramientas que ofrece el Álgebra y la Geometría Analítica.

Represente elementos en forma bidimensional y tridimensional.

Resuelva situaciones que involucren los diferentes significados de las operaciones matriciales.

Reconozca y aplique propiedades adecuadas para el cálculo de determinantes.

Utilice estrategias para plantear problemas a través de sistema de ecuaciones lineales.

Diferencie y represente las distintas cónicas y sus movimientos.

Caracterice distintos subespacios.

Distinga los efectos que producen las distintas transformaciones lineales.

Encuentre soluciones de situaciones de reversibilidad en las operaciones algebraicas.

Analice analítica las cuádricas, y sus representaciones geométricas.

### **Contenidos**

Los contenidos adoptados bajo los ejes temáticos, referidos al Nuevo Diseño Curricular realizado por la UTN en 1995, parten de considerar los siguientes criterios:

Criterio de complejidad en el uso.

Criterio de oportunidad pedagógica.

Criterio de complejidad en el uso.

Criterio lógico - funcional.

Criterio psicológico - psicopedagógico: haciendo referencia al capacitado de acuerdo a su edad evolutiva, ya que al tratarse de una materia que se estudia en el primer año de la carrera, los mismos en general promedian, los tramos intermedios o finales de la etapa de la adolescencia.

Criterio de integración y generalización: para evitar que cada docente enseñe sólo aquellos contenidos que conoce dejando de lado otros que permitirían una mejor aplicación y reflexión de conceptos.

Criterios de necesidad e intereses: apuntan a modelar el perfil de un ingeniero.

### **Conceptuales**

La materia Álgebra y Geometría Analítica, trata de temas correspondientes a Álgebra Lineal y Representaciones en  $\mathbb{R}^2$  y  $\mathbb{R}^3$ .

CONTENIDOS MINIMOS: Espacios vectoriales. Rectas y planos. Matrices y determinantes. Sistemas de Ecuaciones lineales. Transformaciones lineales. Diagonalización de Matrices. Cónicas y Cuádricas.

### **Procedimentales**

Interpretación de algoritmos y aplicación correcta en distintas situaciones problemáticas.

Modelización de situaciones problemática expresando las condiciones como teoría de matrices, sistemas de ecuaciones, transformaciones lineales, etc.

Operación con vectores y su utilización en la resolución de problemas.

- Resolución analítica y gráfica de problemas con rectas y planos.
- Reconocimiento de las características de los subespacios.
- Determinación de las ecuaciones de las cónicas y cuádricas y sus intersecciones con las rectas y planos.
- Distinción de las ecuaciones y gráficas de las cónicas y cuádricas.

### **Actitudinales**

Adquisición de una metodología para el análisis y resolución de problemas.

Reconocimiento de la importancia de los hábitos de: orden en el trabajo, comprobación de los datos, verificación de fuentes, presencia cuidada y clara de los trabajos, crítica a los resultados.

Desarrollo de una actitud creativa en las tareas de cálculo y planteos de problemas.

Aplicación de la tecnología, uso de algún software matemático, para la graficación y solución de situaciones problemáticas.

Valoración del intercambio de ideas como fuente del aprendizaje.

Confiable al plantear y resolver problemas.

Flexibilidad al utilizar diversos lenguajes para comunicar resultados.

Iniciativa para elaborar conjeturas y presentar argumentos convincentes.

### **Metodología de enseñanza - aprendizaje**

En distintas oportunidades, en esferas que trasciende nuestra Universidad, como por ejemplo las Reuniones del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería

(CONFEDI), los Encuentros Nacionales de Docentes sobre la Enseñanza de la Ingeniería, las Conclusiones de la Estructura Iberoamericana de Apoyo a la Enseñanza de la Ingeniería, etc., se observó la necesidad en buscar soluciones tendientes a la formación de ingenieros capacitados para desarrollar sistemas de ingeniería y formar graduados que sean impulsores de cambios.

La UTN, se hizo eco de esta necesidad y por Resolución del Consejo Superior N° 326/92 aprobó los lineamientos generales para el Nuevo



Diseño Curricular, el cual implica una innovación pedagógica profunda en todas las áreas.

Consecuentemente con esta innovación, las distintas cátedras del Área Matemática de la FRA, elaboraron un conjunto de metodologías para adecuar el nuevo proceso de enseñanza - aprendizaje, dentro del marco curricular elegido por nuestra Universidad.

La metodología propuesta consiste que los alumnos vivan los procesos de invención o elaboración del tema que estudian por primera vez. Esto es hacer uso de la intuición y del análisis de casos, que estén estrechamente vinculados con la realidad concreta de los mismos, para enunciar conjeturas que luego deben dar lugar a argumentos deductivos, de modo que lleguen finalmente a la demostración formal.

El centro de interés abarca una amplia gama de temas, como lo indica el programa, pero aunque estos sean matemáticamente válidos en sí mismos se han de enseñar como un todo integrado, no como temas aislados; las conexiones entre ellos deben consistir en una característica visible del Diseño Curricular.

Entre los métodos de trabajo se utilizan:

Estudios de casos, o resolución de problemas, mediante el cual los estudiantes experimentan la utilidad y potencia de la Matemática, es a su vez un método de indagación, aplicación y conexión de todo lo aprendido y considerando, que la actividad autónoma de los alumnos en la resolución de problemas es una actividad esencial en el aprendizaje.

Este método desarrolla las siguientes características:

- Disposición o actitud positiva, cuando el alumno resuelve un problema en forma eficaz da muestras de curiosidad e interés en la exploración de la situación, representándola matemáticamente, haciendo conjeturas e investigando la racionalidad de las ideas.

- Demostración de poseer un proceso cognitivo, los estudiantes que resuelven problemas desafiantes requieren de conocimientos satisfactorios con habilidad, para usar esos conocimientos en diferentes situaciones.

- Adquisición de estrategias, al resolver un problema se tiene acceso a una colección de estrategias para emplearlas cuando se confronten con situaciones problemáticas no conocidas.

- Conocimiento del propio control y reflexión, es importante para los estudiantes ser conscientes de sus propias fortalezas y debilidades, de sus conocimientos y habilidades al resolver problemas.

Técnicas de formulación de preguntas, que fomenten la intervención de los alumnos.

Torbellino de ideas, argumentación y contra-argumentación en un contexto de diálogo dirigido.

Proponer situaciones de aprendizaje, ricas en descubrimientos para que en una primera etapa los universitarios deban explorar, clasificar y recopilar información para luego pasar a una formalización y conceptualización creciente.

Desarrollar actividades, de manera tal que los alumnos comuniquen ideas matemáticas oralmente y por escrito. El proceso de construcción del lenguaje matemático no puede ser una actividad individual, es un proceso de comunicación: alumno - profesor, profesor - alumno y alumno - alumno.

- La capacidad de usar con facilidad el lenguaje matemático es muy importante para comprender la Matemática y por eso las formas de comunicación matemática deben, a lo largo de la vida universitaria, ser cada vez más formales y simbólicas.

- La habilidad para expresar ideas matemáticas en forma coherente, tanto a sus pares, como a los profesores es de vital importancia para una sociedad crecientemente informada. Al hablar o escribir, con seguridad, usando lenguaje matemático los estudiantes desarrollan la comunicación matemática. La lectura del lenguaje matemático ayuda a los estudiantes a desarrollar sus habilidades para formular argumentos convincentes y para representar ideas matemáticas en forma verbal, gráfica o simbólica.

Valorando lo anteriormente expuesto evitamos el tan mentado latiguillo de los alumnos que tantas veces escuchamos, justificando la falta o incorrección de las respuestas, sobre todo en exámenes orales «Yo, el tema lo sé pero no sé como decirlo».

Problematicar, lo «obvio», y cuestionar «las evidencias y los postulados», sacudir hábitos, las formas de actuar, de pensar, de disipar las

familiaridades admitidas, abrir interrogantes donde otros colocan respuestas.

Organizar el curso en grupos de estudios, esto ayuda a desarrollar una actitud de cooperación y desarrollar capacidad para trabajar en equipo, comportamiento que seguramente tendrán que desarrollar en su vida profesional los futuros ingenieros.

- El docente proporciona el encuadre de la tarea, pero las normas son explicadas, disientidas y analizadas, por los grupos o por el curso en su totalidad. Esto supone un cambio del rol docente que orienta y facilita el aprendizaje significativo y la autogestión del alumno.

- En su rol de observador el docente va formulando hipótesis acerca del acontecer grupal, es necesario destacar que la evaluación de la actividad grupal no sólo se refiere a la dinámica de los grupos sino que también incluye la consideración del nivel de información, comprensión y aplicación de la temática.

- Además de las variables «movilidad de roles», y «cooperación», la metodología aplicada en el aprendizaje grupal se registran distintos aspectos de la interacción: comunicación, participación, responsabilidad, organización y creatividad.

Todas las estrategias anteriormente descriptas, que el docente aplica en el aula no son absolutas, no se aplica ninguna metodología pura, la estrategia radica en la utilización de los métodos de enseñanza adecuados en tiempo y lugar, teniendo en cuenta el perfil de los docentes y alumnos.

En cada asignatura se aplicará un «mix» de estrategias, pero habrá en cada caso una tendencia favorable hacia alguna de ellas en particular.

Los métodos de trabajos anteriores se aplican generalmente en las clases prácticas, con tres tipos de soportes:

- Guía de Trabajos Prácticos realizada por la Cátedra, y es común a todos los cursos, donde la mayor parte de sus contenidos son ejercicios prácticos, con las respuestas al finalizar la guía o al finalizar cada unidad temática, y también contiene items teóricos, el nivel de ambos es tomado como modelo para exámenes parciales y finales.

- Bibliografía sugerida en la planificación y apuntes de distintos

temas realizados por la Cátedra, como complemento de los libros, o por cada docente para utilizarlos en sus propias clases o en distintos cursos cuyo profesor lo considere conveniente.

- A manera de complementar el aprendizaje, desarrollar inquietudes de investigación o descubrir distintas aplicaciones de los temas matemáticos en otras asignaturas de Ingeniería (articulación de la materia o relación horizontal y vertical), los docentes acercan a los alumnos artículos de revistas, actas de congresos, papers, publicaciones, sitios o direcciones electrónicas de interés.

Si bien los distintos métodos se aplican en las clases prácticas, en las teóricas algunos también son factibles de aplicar, pero en éstas últimas recurrimos a la pedagogía de la transmisión participativa o transferencia.

La transferencia, es decir adquirir conocimientos en un contexto para luego aplicarlos en otros o en otras materias de la carrera (articulación de la materia o relación horizontal y vertical), o aplicar estrategias y predisposiciones al pensamiento en muchos contextos diferentes, conectando distintas áreas del conocimiento, esto depende más de la metodología que del contenido, constituyendo un indicador de un aprendizaje de alta calidad.

### **Evaluación del alumno**

Si la razón de ser de un proyecto educativo es producir cambios, la razón de ser de una evaluación es reorientar la toma de decisiones, a partir de la información lograda.

Los procesos de evaluación nunca tienen un fin en sí mismos, se evalúa con propósitos determinados y la modalidad de la evaluación que se adopta responde a los propósitos con los que se realiza la evaluación.

La evaluación de los aprendizajes, provee a docentes y estudiantes información que resulta indispensable para la buena marcha de la enseñanza, el mejoramiento de impartir conocimiento, de los modos de aprender de los alumnos y para la reflexión crítica del docente y los demás integrantes de la asignatura para revisar la programación e ir mejorándola en lo sucesivo.

Así como hay distintos métodos de enseñanza, también hay distintas clasificaciones de evaluación:

La evaluación diagnóstica, es útil para que el docente conozca los conocimientos previos de los alumnos, en las distintas asignaturas del Área Matemática no se utiliza, ya que el grado de conocimientos y habilidades que poseen los alumnos está dado, por la aprobación del Ciclo Introductorio, que éste año en la FRA, fue intenso y abarco una variada gama de temas matemáticos.

La evaluación formativa, cumple con la programación, es obligatorio aplicarla, y como además se compone de distintas características la trataremos más adelante detalladamente.

Evaluación final, también obligatoria, y sirve de apoyo a una decisión particular respecto de cada estudiante, la decisión relativa a su promoción.

Cualquiera sean los instrumentos de evaluación deben contar con las siguientes características:

— Validez —Confiabilidad —Practicidad

Como dijimos anteriormente, en todas las asignaturas del Área Matemática se aplica la evaluación formativa que a su vez tiene distintos parámetros:

Evaluación continua

Evaluación práctica,

Evaluación de parciales

### **Evaluación docente**

En el Área de Matemática no hay establecido una estrategia formal consensuada entre todas las cátedras, hasta el momento se evalúa a los docentes de manera indirecta mediante la:

- Opinión de los alumnos. - Cumplimiento con la planificación.- Asistencia a exámenes. - Concurrencia a cursos, seminarios, conferencias etc, de actualización docente y/ o perfeccionamiento de distintas materias del área.

Las observaciones de las clases, como se hacía en forma tradicional, por parte de la Dirección de la UDB, nos parece poco eficiente a la hora

de producir cambios y no muy confiable de una realidad permanente en la actuación de los docentes, se está discutiendo la implementación de un instrumento de evaluación eficaz y no conflictivo, como por ejemplo «el por-folio ( o portafolio).

En la situación que los Concursos Docentes estén vigentes, el orden de mérito dispuesto por el mismo, y aprobado posteriormente, es un indicador fundamental en la evaluación de los profesionales de la enseñanza.

Para la autoevaluación no hay todavía pautas determinadas, se está estudiando la propuesta de una grilla o cuestionario estándar para todas las materias del área.

### **Aprobación de la materia**

La misma se reglamenta bajo la resolución N° 326/92 del Consejo Superior Universitario.